

ISBN : 978-602-70491-0-9

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

"Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi"

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor**

Editor dan Reviewer

PROSIDING

Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

Editor Pembantu

- Sodik Kirono

Reviewer

- Dr. Tony Ibnu Sumaryada, M.Si
- Dr.Ir. Irzaman, M.Si
- Drs. Mohammad Nur Indro, M.Sc
- Dr. Jajang Juansyah, M.Si
- Dr. Husin Alatas, M.Si
- Dr.Ir. Irmansyah, M.Si

Andik Purwanto	200
HASIL VALIDASI BAHAN AJAR ICT SAINS TERPADU MODEL TERHUBUNG MENINGTEGRASIKAN NILAI KARAKTER UNTUK PEMBELAJARAN SISWA SMP KELAS VIII	
Asrizal, Ramadhan Sumarmin, Iswendi, dan Trisya Gustiya	209
PELAKSANAAN <i>REMEDIAL TEACHING</i> DALAM MENCAPAI KETUNTASAN BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN FISIKA DI SMA NEGERI SE-KOTA PEKANBARU	
Azhar, Azizahwati & Resiana Heri Agusti.....	219
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DAN TINGKAT KEMAMPUAN BERPIKIR TERHADAP HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMA NEGERI 3 MEDAN	
Derlina	231
IMPROVING THE STUDENT'S ABILITY TO ANALIZE THE ENVIRONMENT PROBLEMS BY STAD AND COMPREHENSION ABOUT LIMITING FACTOR IN THE ENVIRONMENT	
Desnita, Nadiroh, Suwirman N,	241
PEMBELAJARAN FISIKA TOPIK LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM SOLVING</i> PADA MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KEMAMPUAN <i>PROBLEM SOLVING</i> FISIKA	
Eko Swistoro Warimun	252
PENGEMBANGAN ALAT PERCOBAAN PESAWAT SEDERHANA BERBASIS PERALATAN BUDAYA TRADISIONAL PADA MATA PELAJARAN IPA FISIKA SMP	
Fakhruddin. Z, Lilia Halim, T. Subahan Mohd. Meerah, Hendar S, Fenni Marriza	260
PENGINGTEGRASIAN KARAKTER HEMAT ENERGI KE DALAM MATERI FISIKA SMA MENGGUNAKAN CONCEPTS FITTING TECHNIQUE	
Hamdi Rifai, Ahmad Fauzi, Yulkifli Amir	269
PENGEMBANGAN DAN VALIDASI <i>FORCE CONCEPT INVENTORY</i> UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMAHAMAN MAHASISWA TERHADAP KONSEP GAYA	
Irwan Koto	277
PENINGKATAN PENGUASAAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL MELALUI PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN <i>PROBLEM SOLVING</i> PADA MATA KULIAH GELOMBANG	
Iwan Setiawan, Eko Swistoro.....	286
<i>CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS</i> (CFA) DALAM PENGEMBANGAN DAN PENYEMPURNAAN INSTRUMEN PPEC	
Maison.....	293
MENINGKATKAN SIKAP ILMIAH PADA MAHASISWA MELALUI PENGGUNAAN MODUL PENGETAHUAN LINGKUNGAN BERBASIS INKUIRI	
Misbahul Jannah, Lilia Halim, Fitriyawany, Muchlis.....	297

**PENINGKATAN PENGUASAAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN
PROSEDURAL MELALUI PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN
PROBLEM SOLVING PADA MATA KULIAH GELOMBANG**

**INCREASED MASTERY OF CONCEPTUAL AND PROCEDURAL KNOWLEDGE
THROUGH PROBLEM SOLVING APPLICATION OF LEARNING STRATEGIES IN
WAVE SUBJECTS**

Iwan Setiawan, Eko Swistoro

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Bengkulu
iwanphysics@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to improve the quality of teaching physics, especially in the wave subjects this research is a classroom action research using a minimum of three cycles and performed with the application of learning strategies Problem Solving. At each cycle of analysis and calculations using the N-gain, the analysis of the cycle compared to the next cycle to obtain improvement when compared with the cycle of learning before. A good learning quality be the ultimate goal of this research. In the first cycle, the average value of the wave of students in a course using problem-solving method is 52.22 with absorption values of 52, 22% and 28.57% learning completeness In the second cycle, the average value of the wave of students in a course using problem-solving method is 54,57 with absorption values of 54, 57% and 31,42% learning completeness. In the third cycle, the average value of the wave of students in a course using problem-solving method is 58 with absorption values of 57, 62% and 37,14% learning completeness

Keywords: Learning Physics, Action research, Problem Solving

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pengajaran fisika, khususnya dalam mata pelajaran gelombang, penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas dengan menggunakan minimal tiga siklus dan dilakukan dengan penerapan pembelajaran strategi Problem Solving. Pada setiap siklus analisis dan perhitungan menggunakan N-gain, analisis siklus dibandingkan dengan siklus berikutnya untuk mendapatkan peningkatan bila dibandingkan dengan siklus belajar sebelumnya. Sebuah kualitas belajar yang baik menjadi tujuan utama dari penelitian ini. Pada siklus pertama, nilai rata-rata gelombang siswa menggunakan metode pemecahan masalah adalah 52,22 dengan nilai-nilai penyerapan 52, 22 % dan ketuntasan belajar 28,57 % Pada siklus II, nilai rata-rata gelombang siswa dalam menggunakan metode pemecahan masalah adalah 54,57 dengan nilai-nilai penyerapan 54, 57 % dan ketuntasan belajar 31,42 %. Pada siklus ketiga, nilai rata-rata gelombang siswa dmenggunakan metode pemecahan masalah adalah 58 dengan nilai penyerapan 57, 62 % dan ketuntasan belajar 37,14%

Kata kunci : Pembelajaran Fisika, penelitian Tindakan Kelas, Problem Solving

PENDAHULUAN

Lembaga Pendidikan telah melakukan berbagai pembaharuan dan penyempurnaan sistem pendidikan secara menyeluruh agar bangsa ini dapat bersaing di era global yang semakin kompetitif. Pembaharuan dan penyempurnaan pendidikan

diantaranya telah dilakukan melalui perubahan kurikulum di perguruan tinggi yaitu kurikulum 2004 yang disebut kurikulum berbasis kompetensi (KBK). Perubahan kurikulum kali ini dipahami tidak hanya sekedar penyesuaian substansi materi dan format kurikulum dengan tuntutan perkembangan, tetapi pergeseran paradigma dari pendekatan pendidikan yang berorientasi masukan (input) ke pendekatan pendidikan berorientasi hasil (*outcome*) atau standar. Secara sederhana dapat diartikan bahwa apa yang harus ditetapkan sebagai kebijakan kurikuler bergeser dari pertanyaan tentang "apa yang harus diajarkan (kurikulum)" ke pertanyaan tentang "apa yang harus dikuasai anak (standar kompetensi)" pada tingkatan dan jenjang pendidikan tertentu. Implikasi dari diterapkannya standar kompetensi adalah proses penilaian yang dilakukan oleh dosen di kelas, baik yang bersifat formatif dan sumatif harus menggunakan acuan kriteria dan pembelajaran lebih menerapkan prinsip belajar tuntas. Selanjutnya untuk menjamin pencapaian dan penguasaan kompetensi perlu dikembangkan penilaian kelas yang bersifat otentik (*authentic assessment*). Salah satu karakteristik penilaian kelas adalah penilaian formatif, dengan tujuan penilaian adalah untuk memperbaiki mutu belajar mahasiswa. Sebagai tim dosen fisika, kami mengamati bahwa hasil belajar mahasiswa dalam pembelajaran fisika dasar dari tahun ke tahun masih kurang memuaskan. Oleh sebab itu, menyadari hal demikian diperlukan upaya perbaikan (inovasi) yang terus-menerus dalam pembelajaran fisika. Suatu *treatment* (perlakuan) khusus perlu diberikan agar proses pembelajaran fisika di perguruan tinggi berjalan dengan baik dan mahasiswa dapat belajar secara optimal, sehingga tercapai sasaran akhir yaitu menghasilkan mutu hasil belajar yang memuaskan.

Sehubungan dengan hal di atas, salah satu yang mungkin adalah memilih strategi pembelajaran yang tepat untuk digunakan dalam proses belajar. Untuk itulah penelitian tindakan kelas (PTK) ini dilakukan. Strategi belajar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penerapan model pembelajaran problem solving. Dengan menggunakan model ini diharapkan penguasaan pengetahuan konseptual dan prosedural mahasiswa akan meningkat.

Gagasan pengembangan pemahaman konsep (penguasaan pengetahuan konseptual) dan kemampuan problem solving (pengetahuan prosedural) dilandasi oleh beberapa konsepsi teoretis: 1) Konsepsi fisika merupakan subyek yang terus menerus mengalami perubahan [1,2]; 2) *Learning physics requires learning to do the problems*[10]; 3) Problem solving adalah bagian yang mendasar pada pembelajaran fisika [3] dan 4) Hasil survei yang dilakukan oleh *American Institute of Physics* di AS menunjukkan bahwa kecakapan yang paling sering digunakan oleh pekerja lulusan S2 dan S3 fisika adalah kecakapan dalam pemecahan masalah (*problem solving*), bekerja kelompok, dan berkomunikasi [4].

Berdasarkan penjelasan teoretis tersebut, pemahaman merupakan kata kunci dalam pembelajaran. Beberapa konsepsi teoretis yang melandasi kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut. Pertama, konsepsi belajar mengacu pada pandangan konstruktivistik, bahwa *understanding construction* menjadi lebih penting dibandingkan dengan *memorizing fact* [5]. Kedua, pemahaman merupakan suatu proses mental yang memungkinkan terjadinya adaptasi dan transformasi ilmu pengetahuan [6]. Ketiga, pemahaman muncul dari hasil evaluasi diri sendiri.

Dengan demikian, pemahaman sebagai representasi hasil pembelajaran menjadi sangat penting. Landasan teoretis sebagai alternatif dasar dalam mengemas pembelajaran untuk pemahaman (*learning for understanding*) dan sekaligus dalam

pengembangan kemampuan problem solving fisika adalah sebagai berikut. Pertama, Pengajar fisika dianjurkan untuk mengurangi berceritera dalam pembelajaran, tetapi lebih banyak mengajak para mahasiswa untuk bereksperimen dan *problem solving* [7]. Kedua, pengajar fisika dianjurkan lebih banyak menyediakan *context-rich problem* dan mengurangi *context-poor problem* dalam pembelajaran. Ketiga, pembelajaran dengan problem solving dapat menumbuhkan keterampilan menyelesaikan masalah, bertindak sebagai pemecah masalah dan dalam pembelajaran dibangun proses berpikir, kerja kelompok, *berkomunikasi*, dan saling memberi informasi [8]

Landasan teoretis tersebut menekankan pula pentingnya dosen melakukan perubahan paradigma dalam memfasilitasi mahasiswa dari cara pandang: "mengajar adalah berceritera tentang konsep" menjadi sebuah perspektif ilmiah teoretis: "mengajar adalah mengubah lingkungan belajar dan menyiapkan stimulus kepada mahasiswa untuk melakukan pemecahan masalah (*Problem solving*)" [1,2]. Mengajar bukan berfokus pada *how to teach* tetapi hendaknya lebih berorientasi pada *how to stimulate learning* [9] dan *learning how to learn*.

Pentingnya pengembangan kemampuan berpikir itu didukung oleh hasil survei yang dilakukan oleh *American Institute of Physics* (AIP) di AS. Hasil survei menunjukkan bahwa kecakapan yang paling sering digunakan oleh pekerja lulusan S2 dan S3 fisika adalah kecakapan dalam pemecahan masalah (*problem solving*), bekerja kelompok, dan berkomunikasi. Pengetahuan tentang materi subyek frekuensi penggunaan di tempat kerja rata-rata hanya sekitar seperempat dari penggunaan kemampuan *problem solving* [10].

Pemecahan masalah dimulai adanya masalah. Masalah (*problem*) adalah suatu situasi yang tak jelas jalan pemecahannya yang mengkonfrontasikan individu atau kelompok untuk menemukan jawaban. Pemecahan masalah (*problem solving*) adalah upaya individu atau kelompok untuk menemukan jawaban berdasarkan pemahaman yang telah dimiliki sebelumnya dalam rangka memenuhi tuntutan situasi yang tidak familiar/lumrah [11]. Jadi aktivitas pemecahan masalah diawali dengan konfrontasi dan berakhir apabila sebuah jawaban telah diperoleh sesuai dengan kondisi masalah. Pembelajaran dengan strategi pemecahan masalah menjadi sangat penting, karena dalam belajar, peserta didik cepat lupa jika hanya dijejaskan secara lisan. Mereka dapat mengingat jika diberikan contoh, dan memahami jika diberikan kesempatan mencoba memecahkan masalah.

Berdasarkan latar belakang di atas diperlukan penerapan sebuah model pembelajaran yang mampu memberikan informasi dan bermanfaat untuk meningkatkan program pembelajaran fisika. Kemampuan problem solving merupakan bagian dari kemampuan yang sangat penting dalam pelajaran fisika. Pentingnya kemampuan problem solving itu bukan hanya untuk konsep optika saja tetapi juga untuk seluruh konsep di dalam fisika.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan tindakan dilakukan atas tiga tahap, yaitu (a). Tahap Diagnostik, dan (b) Tahap Terapi sebagai perbaikan pembelajaran melalui model siklus menurut Stephen Kemmis dalam O'Brien yang terdiri dari empat tahap yaitu perencanaan pelaksanaan,

pengamatan, dan refleksi; serta (c) Tahap Pasca Terapi. Berikut ini akan diuraikan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan tahap demi tahap.

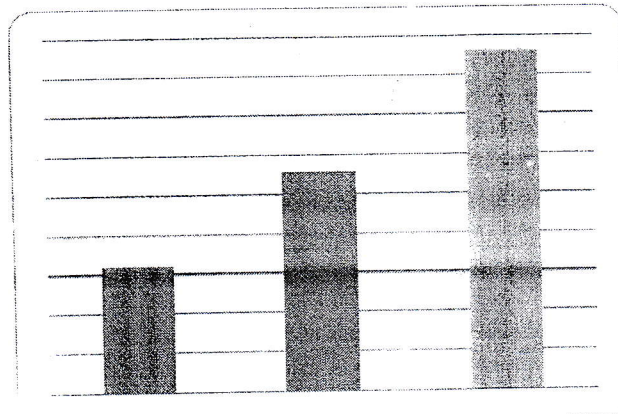
(a) Tahap Diagnostik

Dosen melakukan diagnosis terhadap proses pembelajaran dan hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Gelombang T.A 2012/2013 dengan berpedoman pada pencapaian hasil belajar (dokumentasi) serta wawancara dengan beberapa mahasiswa. Wawancara dilakukan kepada 20 orang peserta kuliah untuk mengetahui kondisi belajar mahasiswa. Informasi dari wawancara dibutuhkan untuk mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan pembelajaran serta menerapkan strategi pemecahan masalah belajar karena kesuksesan belajar mahasiswa dapat dipengaruhi oleh cara pengajar mengelola pembelajaran. Dari hasil kajian yang dilakukan seksama diketahui bahwa (a) partisipasi aktif dalam pembelajaran relatif rendah, (b) belum terjadi pembelajaran bermakna pada diri mahasiswa, (c) perkuliahan berlangsung secara klasikal dan bersifat verbal, dan (d) penilaian hasil belajar terlalu menekankan pada aspek kognitif. Studi literatur tentang pembelajaran berkualitas di Perguruan Tinggi dilakukan untuk mengetahui model pembelajaran yang relevan dengan tujuan perkuliahan Fisika Dasar I dan yang dapat mendukung tujuan peningkatan kualitas pembelajaran sebagai salah satu sasaran Penelitian Peningkatan Kualitas Pembelajaran (PPKP) tahun 2013. Model pembelajaran dengan strategi *problem solving* diterapkan dalam proses perkuliahan dalam 1 semester karena model tersebut mempunyai keunggulan dan cukup relevan dengan tujuan pembelajaran Fisika Dasar I. Keunggulan model ini, dapat (a) membelajarkan mahasiswa secara aktif yaitu keterlibatan intelektual dan emosional, kebebasan untuk mengeksplorasi pengalaman belajar dan sumber belajar, dan menempatkan dosen sebagai fasilitator, (b) membuat aktivitas belajar secara konstruktivistik yaitu menetapkan sendiri dalam membuat rencana pemecahan masalah, dan melakukan penafsiran dengan berbagai cara terhadap situasi permasalahan, (c) mendorong mahasiswa untuk belajar kooperatif yaitu kebersamaan mencapai tujuan serta berbagi pengetahuan untuk mencapai jawaban permasalahan, dan (d) merangsang mahasiswa belajar kreatif yaitu berfikir divergen dan percaya diri dan dalam mencoba berbagai cara dalam memecahkan masalah.

(b) Tahap Terapi

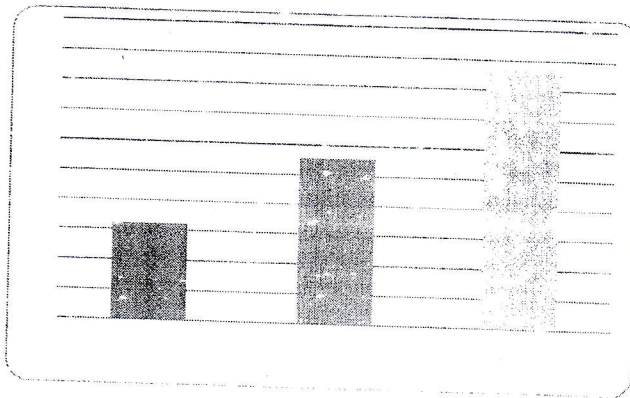
Pada tahap ini, perbaikan strategi pembelajaran dilakukan tiga siklus dan setiap siklus dilaksanakan sesuai dengan perubahan yang ingin dicapai dengan berdasarkan kepada faktor-faktor yang ingin diselidiki. Pelaksanaan tindakan yang diuraikan berikut ini akan dilaksanakan untuk setiap siklus dan dilakukan perubahan sesuai dengan pencapaiannya.

Pada siklus pertama, nilai rata-rata gelombang siswa menggunakan metode pemecahan masalah adalah 52,22 dengan nilai-nilai penyerapan 52, 22% dan ketuntasan belajar 28,57%, Pada siklus II, nilai rata-rata gelombang siswa menggunakan metode

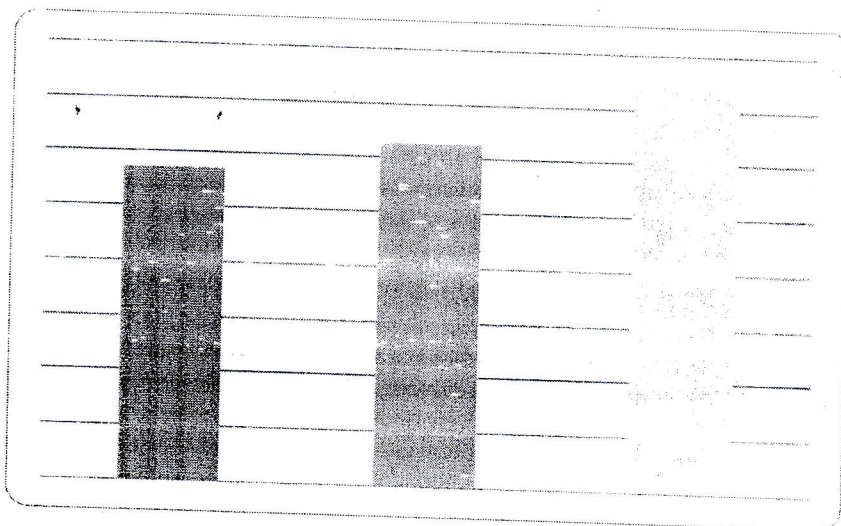


pemecahan masalah adalah 54,57 dengan nilai-nilai penyerapan 54, 57% dan ketuntasan belajar 31,42%, pada siklus III, nilai rata-rata gelombang siswa menggunakan metode pemecahan masalah adalah 58 dengan nilai penyerapan 57, 62% dan ketuntasan belajar 37,14%.

Gambar 3.1 Nilai rata-rata mahasiswa setiap siklus pada mata kuliah Gelombang



Gambar 3.2 Grafik Daya Serap Siswa Setiap Siklus pada mata kuliah gelombang



Gambar 3.3 Grafik ketuntasan Belajar setiap Siklus Pada Mata Kuliah Gelombang

KESIMPULAN

Penggunaan metode *problem solving* dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa pada mata kuliah gelombang. Nilai rata-rata gelombang mahasiswa menggunakan metode pemecahan masalah meningkat dari 52,22 pada siklus I menjadi 54,57 pada siklus II dan menjadi 58 pada siklus III. Nilai penyerapan pada pembelajaran gelombang 52, 22% pada siklus I meningkat menjadi 54,57% pada siklus II dan menjadi 57,62% pada siklus III dan ketuntasan belajar 28,57% pada siklus I menjadi 31,42%, pada siklus II dan menjadi 37,14%.

PUSTAKA

- [1] Wenning, C. J. (2006). A framework for teaching the nature of science. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3). 3-10. [On Line]. Tersedia: [2 Januari 2009].
- [2] Wenning, C. J., & Wenning, R. E. (2006). A generic model for inquiry-oriented lab in postsecondary introductory physics. *Journal of Physics Teacher Education Online*. [On Line], Vol 3, (3), 10 halaman. Tersedia: <http://www.phy.ilstu.edu/jpto>. [2 Januari 2009].
- [3] Oman, R. & Oman, D. (1997). *How to Solve Physics Problem*. New York: McGraw-Hill Companies
- [4] Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). "Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving". *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636
- [5] Abdullah, S., & Abbas, M. (2006). The effect of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding. *Malaysian On Line journal of Instructional Technology* [Online], Vol 3(2), 16 halaman. Tersedia: <http://pppi.usm.my/mojit/articles/pdf/0806/01-0106-Sopiah-USM-final.pdf>. [2 Juni 2009].
- [6] Gardner, H. (1999). *The dicipline mind: What all students should understand*. New York: Simon & Schuster Inc.
- [7] William, G. 2005. "Physics teachers should put pen to paper and write history". *Physics Education*. 40(3). 212-220
- [8] Akinogiu, O dan Ozkardes, R.T. (2007). "The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* [Online], Vol 3(1), 11 halaman. Tersedia: <http://www.scribd.com/doc/8513744/Physics-Education-Papers> [9 Juni 2009].
- [9] Bryan, J. 2005. Physics activities for family math and science nights. *Journal of Physics Teacher Education Online* [Online], Vol 3(2), 3 halaman. Tersedia pada: <http://www.phy.ilstu.edu/jpto>. [9 Juni 2009].
- [10] Van Heuvelen, A. (2001). "Millikan Lecture 1999: The workplace, student minds, and physics learning systems". *Am. Jour. Phys.* (69)11, Nov. 2001, pp. 1139-1146
- [11] Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *The new sourcebook for teacing reasoning and problem solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon

PUSTAKA

- [1] Wenning, C. J. (2006). A framework for teaching the nature of science. *Journal of Physics Teacher Education Online*. 3(3). 3-10. [On Line]. Tersedia: [2 Januari 2009].
- [2] Wenning, C. J., & Wenning, R. E. (2006). A generic model for inquiry-oriented lab in postsecondary introductory physics. *Journal of Physics Teacher Education Online*. [On Line], Vol 3, (3), 10 halaman. Tersedia: <http://www.phy.ilstu.edu/ipto>. [2 Januari 2009].
- [3] Oman, R. & Oman, D. (1997). *How to Solve Physics Problem*. New York: McGraw-Hill Companies
- [4] Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). "Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving". *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636
- [5] Abdullah, S., & Abbas, M. (2006). The effect of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding. *Malaysian On Line journal of Instructional Technology* [Online], Vol 3(2), 16 halaman. Tersedia: <http://pppij.usm.my/mojit/articles/pdf/0806/01-0106-Sopiah-USM-final.pdf>. [2 Juni 2009].
- [6] Gardner, H. (1999). *The dicipline mind: What all students should understand*. New York: Simon & Schuster Inc.
- [7] William, G. 2005. "Physics teachers should put pen to paper and write history". *Physics Education*. 40(3). 212-220
- [8] Akinogiu, O dan Ozkardes, R.T. (2007). "The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* [Online], Vol 3(1), 11 halaman. Tersedia: http://www.scribd.com/doc/8513744/Physics_Education-Papers [9 Juni 2009].
- [9] Bryan, J. 2005. Physics activities for family math and science nights. *Journal of Physics Teacher Education Online* [Online], Vol 3(2), 3 halaman. Tersedia pada: <http://www.phy.ilstu.edu/ipto>. [9 Juni 2009].
- [10] Van Heuvelen, A. (2001). "Millikan Lecture 1999: The workplace, student minds, and physics learning systems". *Am. Jour. Phys.* (69)11, Nov. 2001, pp. 1139-1146
- [11] Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1996). *The new sourcebook for teacing reasoning and problem solving in Junior and Senior High School*. Boston: Allyn and Bacon